

Liste des articles et sommaires

1. Eléments d'Ichtyologie

Michel Dorson, Pierre de Kinkelin, Patrick Prunet

1. Les poissons : définition et place dans la classification

2. L'anatomie des poissons

2.1. L'anatomie externe

Morphologie générale des poissons

La peau

Les bourgeons gustatifs et les autres annexes cutanées

Les nageoires

Le système latéral

Les narines

Les yeux

La bouche

Les branchies

2.2. L'anatomie interne

Le squelette des téléostéens

La musculature

Le système nerveux

Les oreilles internes

Les glandes endocrines

L'appareil digestif et ses organes annexes

L'appareil circulatoire

L'appareil urinaire

L'appareil génital

3. Aspects physiologiques et éthologiques des principales fonctions biologiques des poissons

3.1 Relation au milieu aquatique

L'hétérothermie

L'équilibre hydrostatique et la locomotion

La perception du milieu extérieur

La vision

Les sens olfactif et gustatif (chimioréception)

La perception des variations de pression et des vibrations : rôle du système latéral

La perception des champs électriques : les électro-récepteurs de la ligne latérale

La perception de la posture et des sons : rôle de l'oreille interne

La perception de la température

La perception des effets des facteurs d'inconfort et d'agression

3.2. La nutrition et l'alimentation des poissons

- Régimes alimentaires des poissons
- Besoins alimentaires des poissons
- Digestion
- Métabolisme et respiration
- Excrétion
- Osmorégulation

3.3. La reproduction

- La gamétogenèse
- La fécondation
- Le développement embryonnaire et post embryonnaire
- Aspects éco-physiologiques de la reproduction
- Aspects éthologiques de la reproduction
 - La reproduction naturelle
 - La reproduction artificielle

2. Eléments d'immunologie des poissons

Pierre Boudinot, Michel Dorson

- 1. Introduction**
- 2. Cellules du système immunitaire et organes lymphoïdes des poissons**
- 3. Les médiateurs de la réponse non spécifique (immunité naturelle) chez les poissons**
 - 3.1. Molécules non induites impliquées dans l'immunité naturelle**
 - 3.2. Récepteurs associés à des catégories d'organismes pathogènes et inflammation**
 - 3.3. Molécules induites : interféron et cytokines**
- 4. Récepteurs spécifiques de l'antigène chez les poissons : Igs et TCRs**
 - 4.1. Les immunoglobulines (Igs) ou anticorps**
 - 4.2. Les récepteurs de l'antigène des cellules T (TCRs)**
- 5. CMH et présentation de l'antigène**
- 6. Caractéristiques des réponses immunitaires spécifiques chez les poissons, bases de la vaccination**
 - 6.1. Anticorps et réponse humorale**
 - 6.2. TCR et réponse cellulaire**
 - 6.3. Réponse spécifique et température, influence d'autres facteurs (photopériode, contexte hormonal)**
 - 6.4. Les ovules contiennent-ils des anticorps protecteurs ?**
- 7. Ontogénie de la compétence immunitaire chez les poissons**
- 8. Conclusions et perspectives : intérêt théorique et pratique de l'étude du système immunitaire des poissons**

3. Maladies et troubles engendrés par la qualité de l'eau

Pierre de Kinkelin, Jean Petit

1. Rôle pathogène potentiel des composants physico-chimiques de l'eau

1.1. Pouvoir pathogène potentiel de la température pour les poissons

Généralités sur la température de l'eau

Aspects cliniques des troubles engendrés par la température

Effets directs de la température sur la santé et des poissons

Les effets létaux et sublétaux

Altération des conditions de vie

- Dysfonctionnements métaboliques induits par la température : le

« syndrome hivernal de la daurade *Sparus auratus* »

- Dysfonctionnements de la reproduction induits par la température :

perturbations de la gamétogenèse, de la fécondation et de l'embryogenèse

Effets indirects de la température sur la santé et des poissons

La température, facteur de risque associé à la nocivité potentielle des agents physico-chimiques

La température, facteur de risque associé à l'infection par les virus et les organismes pathogènes

Aspects épidémiologiques des troubles pathologiques d'origine thermique

Mise en jeu du facteur thermique

Facteurs de risque influençant le pouvoir pathogène de la température

Facteurs tenant au poisson

Facteurs tenant au milieu

1.2. Pouvoir pathogène potentiel du pH de l'eau pour les poissons

Généralités sur le pH des eaux piscicoles

Aspects cliniques, physiopathologiques et pathogéniques

Effets directs

Effets sublétaux et létaux

Perturbation de la reproduction

Effets indirects du pH sur la toxicité des substances chimiques

Aspects épidémiologiques

Origine du pH des eaux

Le pH facteur de risque des troubles sanitaires

Facteurs tenant au poisson

Facteurs tenant au milieu

1.3. Pouvoir pathogène potentiel de la salinité pour les poissons

Généralités sur la salinité des eaux piscicoles

Impacts d'une salinité inadéquate sur la santé du poisson

Effets directs sur la survie et l'accomplissement de fonctions physiologiques

Troubles pathologiques

Performances zootechniques

Effets indirects de la salinité sur l'état sanitaire des poissons

La salinité, facteur favorisant l'action morbide d'agents pathogènes

La salinité, facteur d'échec des interventions thérapeutiques

Aspects épidémiologiques des troubles dus à la salinité

Mise en jeu des variations de salinité

Facteurs de risques des troubles induits par la salinité

Facteurs tenant au milieu

Facteurs tenant au poisson

1. 4. Pouvoir pathogène de la lumière et des rayonnements ultraviolets

Généralités sur la lumière

La lumière et les fonctions physiologiques : effets de l'intensité et de la durée de l'éclairement

Rôle pathogène des rayonnements ultraviolets (UV)

Aspects cliniques et pathogéniques des effets de l'irradiation ultraviolette

Les ultraviolets B

Les ultraviolets A

Aspects épidémiologiques : les facteurs de risque de la lumière solaire pour le poisson

1.5. Pouvoir pathogène potentiel des matières en suspension pour les poissons

Aspects cliniques et pathogéniques des troubles engendrés par les MES

Effets directs des MES

Effets indirects des MES

Les MES, facteurs de risque des troubles dus à l'élévation thermique de l'eau et à l'hypoxie

Les MES, facteurs de risque des proliférations bactériennes et fongiques

Aspects épidémiologiques des troubles pathologiques engendrés par les MES

Origine des MES

Facteurs de risque des troubles dus aux MES

1.6. Pouvoir pathogène potentiel des gaz dissous pour les poissons

Sursaturation de l'eau par les gaz de l'air

Généralités sur la sursaturation gazeuse des eaux et ses conséquences ichthyopathologiques

Aspects cliniques et pathogéniques

Aspects épidémiologiques

Origine des sursaturations

- Entraînement de bulles de gaz dans l'eau
- Dégagement gazeux
- Soustraction de dioxygène par les bactéries

Facteurs de risque des sursaturations gazeuses

- Facteurs de risque tenant au poisson
- Facteurs de risque tenant au milieu

Le dioxyde de carbone (CO₂)

Généralités sur le dioxyde de carbone de l'eau

Aspects cliniques et pathogéniques des troubles engendrés par le dioxyde de carbone

Aspects épidémiologiques des troubles engendrés par l'excès de dioxyde de carbone

Origine du dioxyde de carbone

Facteurs de risque conditionnant la nocivité du dioxyde de carbone

Le pouvoir pathogène potentiel du déficit en dioxygène

Généralités sur l'oxygène dissous des eaux piscicoles

Troubles engendrés par le déficit en dioxygène

Effets directs : signes cliniques et physiopathologiques

Effets indirects : le déficit en oxygène, facteur de risque d'autres étiologies morbides

Aspects épidémiologiques

Mise en jeu des déficits en dioxygène

Facteurs de risque des troubles dus à l'hypoxie

1.7. Pouvoir pathogène des substances azotées (azote ammo-niacal et nitrites) pour les poissons

L'azote ammoniacal

Généralités sur l'azote ammoniacal dans les eaux piscicoles

Aspects cliniques et pathogéniques

L'intoxication aiguë

L'intoxication chronique

Aspects épidémiologiques : les facteurs de risque de l'intoxication ammoniacale

Les nitrites

Généralités sur les nitrites des eaux piscicoles

Aspects cliniques et pathogéniques

Aspects épidémiologiques : les facteurs de risque des troubles dus aux nitrites

Les facteurs tenant au poisson

Les facteurs tenant au milieu

2. Rôle pathogène des agressions et des traumatismes

2.1 Aspects cliniques et pathogéniques

2.2 Aspects épidémiologiques : origine et mise en jeu des facteurs de perturbation

Origine et mise en jeu naturelles

Organismes agresseurs

Agents abiotiques

Origine et mise en jeu anthropiques

4. Polluants et pollutions chimiques

Gérard Keck, Thierry Burgeot, Michel Dorson, Pierre de Kinkelin

1. Méthodes d'étude et de détection de l'écotoxicologie

1.1 Analyses et dosages des contaminants chimiques dans le poisson et l'écosystème

1.2 Expérimentation écotoxicologique

Principe du bio-essai écotoxicologique

Organismes et tests utilisés

2. Principaux micropolluants ichthyotoxiques

2.1 Panorama des intoxications chimiques observées chez les poissons

2.2 Les principales étiologies toxiques rencontrées en France

Substances responsables d'atteintes et de mortalités soudaines en eau douce

Substances chimiques contaminant les écosystèmes aquatiques et leurs hôtes

2.3 Menaces sanitaires futures dues aux polluants

3. Aspects cliniques, anatomopathologiques et patho-géniques des intoxications

3.1 Les signes de l'intoxication

Les signes d'intoxication aiguë

Les signes d'intoxication chronique (contamination)

Atteinte de l'intégrité corporelle

Troubles locomoteurs

Troubles trophiques

Troubles génésiques

3.2 Aspects pathogéniques des intoxications par les substances chimiques polluantes

Biodisponibilité des substances toxiques

Aperçu des mécanismes physiopathologiques impliqués

Origine des effets morbides

Neurotoxicité

Alarme

Génotoxicité

Cytotoxicité

Protéinotoxicité

Immunotoxicité

Endocrinotoxicité

Intérêt des données physiopathologique

4. Aspects épidémiologiques

4.1 La mise en jeu des sources de substances toxiques

Mise en jeu naturelle

Mise en jeu anthropique

Pollution chimique accidentelle

Pollution chimique résultant du fonctionnement normal des sociétés humaines

4.2 Les facteurs de risque

Facteurs liés au poisson

Facteurs liés au biotope

Rôle des éléments constitutifs

Interactions entre substances toxiques

Facteurs de risque liés à la biocénose

4.3 Risques sanitaires encourus par la consommation de poissons contaminés

Conclusions

5. L'alimentation et les maladies d'origine alimentaire

Pierre de Kinkelin, S. Kaushik

1. Les déséquilibres alimentaires

1.1 Les déséquilibres protidiques

1.2 Les déséquilibres lipidiques

1.3 Les déséquilibres minéraux

- Le calcium
- Le phosphore
- Le magnésium
- Le sodium, le chlore, le potassium
- Le cuivre
- L'iode
- Le fer
- Le manganèse
- Le sélénium
- Le zinc

1.4 Les déséquilibres vitaminiques

Les déséquilibres en vitamines liposolubles

- La vitamine A
- La vitamine D
- La vitamine E
- vitamine K

Les déséquilibres en vitamines hydrosolubles.

- La thiamine, vitamine B₁
- La riboflavine, vitamine B₂
- La niacine et le nicotinamide, vitamine B₃ ou PP
- L'acide pantothénique, vitamine B₅
- La pyridoxine, vitamine B₆
- la biotine, vitamine B₈ ou H
- L'acide folique, vitamine B₉
- La cobalamine, vitamine B₁₂
- La vitamine C, acide ascorbique

2. Le pouvoir pathogène des aliments

2.1 pouvoir pathogène intrinsèque

Constituants ichthyopathogènes présents dans les matières premières végétales.

- Protides
- Glycosides
- Lipides : les acides gras toxiques
- Polyphénols : gossypols et tannins
- Phytates et substances toxiques diverses
- Organismes entiers utilisés comme aliments

2.2 Contamination des aliments

- Contamination fongiques des aliments : troubles causés par les mycotoxines
- Contamination par les xénobiotiques

Conclusions

6. Virus et viroses des poissons

Pierre de Kinkelin, Michel Dorson, Abednour Benmansour, Jeannette Castric, Richard Thiéry, Thierry Morin, Ronald Hedrick

1. Définition des virus et contexte épidémiologique de l'infection virale

2. Méthodes d'étude

2.1. Isolement et production des virus

2.2. Purification des virus

2.3. Morphologie des particules virales et cytopathologie

2.4. Étude des constituants viraux

L'étude des protéines

L'étude des acides nucléiques

2.5. Étude du pouvoir pathogène

3. Les virus de poissons

3.1. Propriétés générales et classification : des virus parmi ceux des vertébrés

Le génome viral

Du génome viral à la particule infectante et à ses caractéristiques physico-chimiques et biologiques

Les protéines virales

La structure et la forme des virus

La symétrie de la nucléocapside

Les enveloppes virales

La morphologie virale

3.2. Panorama virologique chez les poissons

3.3. Les virus ayant un impact important sur les productions piscicoles (situation 2010)

Iridoviridés ichthyopathogènes

Lymphocystivirus

Ranavirus : le virus de la nécrose hématopoïétique épizootique (VNHE) et les autres espèces du genre

Mégalocytivirus : le virus de la spléno-néphrite infectieuse nécrosante, une espèce virale en pleine expansion chez les poissons tropicaux

Espèces virales non encore versées dans la famille des iridoviridés : iridovirus de l'esturgeon blanc et virus de la nécrose érythrocytaire

Alloherpèsviridés ichthyopathogènes

Les alloherpèsvirus des cyprinidés

Cyprinid herpesvirus de type 3 (CyHV-3)

Cyprinid herpesvirus 2 (CyHV-2)

Cyprinid herpesvirus 1 (CyHV-1)

Les alloherpèsvirus d'ictaluridés : Ictalurid herpesvirus 1 ou "channel catfish virus" (CCV)

Les alloherpèsvirus de salmonidés

Salmonid herpesvirus 1 (SaHV-1) et 2 (SaHV-2)

Les alloherpèsvirus des acipenseridés

Réoviridés ichthyopathogènes

Les virus du "golden shiner" et de l'amour blanc, aquaréovirus C
Une étiologie réovirale pour la "heart and skeletal muscle inflammation"(HSMI)
du saumon atlantique ?

Birnaviridés ichthyopathogènes du genre Aquabirnavirus
Le virus de la nécrose pancréatique infectieuse
Le virus de l'ascite de la sériole et les aquabirnavirus marins

Totiviridés

Rhabdoviridés ichthyopathogènes
Virus de la virémie printanière de la carpe (VVPC)
Virus de la nécrose hématopoiétique infectieuse (NHI)
Virus de la septicémie hémorragique virale (SHV)

Orthomyxoviridés, le virus de l'anémie infectieuse du saumon (AIS)

Nodaviridés ichthyopathogènes : les bétanodavirus

Togaviridés ichthyopathogènes du genre Alphavirus : SPDV et SDV

Conclusions sur les virus des poissons

4. L'infection virale chez les poissons : clinique et pathogénie

4.1. Les tableaux cliniques et lésionnels des infections virales

La mortalité sans signes cliniques précurseurs
Les infections à manifestations congestivo-hémorragiques dominantes
Les infections à manifestations nerveuses et locomotrices dominantes
Les infections à manifestations trophiques dominantes
Les infections à manifestations branchiales et tégumentaires dominantes
Les infections non néoplasiques
Les néoplasmes tégumentaires induits par l'infection virale
Les néoplasmes tégumentaires d'évolution bénigne
Les néoplasmes tégumentaires d'évolution maligne
Les infections inductrices d'atteintes viscérales néoplasiques
Les infections sanguines du système circulatoire
Infections virales inapparentes

4.2. Aspects pathogéniques de l'infection virale

Entrée du virus dans l'organisme du poisson
Amplification de l'infection
Genèse des lésions
Réponse immunitaire à l'infection virale
Devenir du virus
Évolution temporelle des manifestations de l'infection virale

5. Épidémiologie des infections virales

5.1. Répartition géographique

5.2. Impact des viroses sur la production piscicole

5.3. Les espèces hôtes des infections virales

5.4. Les sources de virus

5.5. La transmission des viroses

La contagion
La contagion directe
La contagion indirecte

- Les supports contaminés inertes
- Les vecteurs passifs
- Les vecteurs actifs mécaniques

5.6. Les facteurs de risque de l'infection virale

- Facteurs tenant au virus

 - Facteurs génétiques

 - Facteurs non génétiques

- Facteurs tenant au poisson

 - Facteurs génétiques

 - Facteurs non génétiques : physiologie et physiopathologie

 - L'âge

 - L'état général et la santé

 - L'activité sexuelle et l'activité endocrinienne sous-jacente

 - Physiopathologie : les infections intercurrentes

- Facteurs tenant à l'écosystème

 - Les éléments de la biocénose

 - Les éléments du biotope

 - Propriétés et constituants de l'eau

 - Conditions d'élevage et de détention des poissons

Conclusions

7. Bactéries et bactérioses des poissons

Christian Michel, Jean-François Bernardet

1 Les bactéries des poissons

1.1 Traits généraux du monde bactérien

1.2 Taxonomie et méthodes d'étude

1.3 Importance économique des infections bactériennes des poissons

1.4 Principales bactéries pathogènes rencontrées chez les poissons

Bactéries à Gram négatif

Bactéries à Gram positif

Flavobactéries

Bactéries à développement intracellulaire obligatoire

Gammaprotéobactéries

Rickettsiales

Chlamydiales

Bactéries anaérobies

2. L'infection bactérienne

2.1 Aspects cliniques et anatomo-pathologiques

Symptomatologie et signes généraux

Principaux tableaux lésionnels

Les infections générales à manifestations nécro-hémorragiques

Les infections locales à manifestations nécro-hémorragiques

Les infections générales à manifestations prolifératives

Les infections locales à manifestations prolifératives

Infections à mode d'expression variable ou combiné

Intoxinations

2.2 Aspects pathogéniques

Agents pathogènes stricts et opportunistes

Multiplication excessive d'agents virtuellement pathogènes dans le milieu ambiant

Pénétration de germes infectieux dans le poisson, à la faveur d'irritation ou de microlésions traumatiques

Choc général

Les mécanismes de la virulence bactérienne

Colonisation de l'hôte : les facteurs d'attachement

Pénétration dans l'organisme de l'hôte

Multiplication locale et dissémination des bactéries

Survie des bactéries dans l'hôte : stratégies d'évitement des défenses

Facteurs toxiques et induction des lésions

Endotoxine

Exotoxines

Enzymes

L'ADP-ribosyl transférase et la modification des fonctions cellulaires

Systèmes de sécrétion des facteurs de virulence

Systèmes de régulation et de communication

Îlots de pathogénicité

Quorum sensing

Perspectives : vers une approche repensée de la virulence

2.3 La réaction de l'hôte aux bactérioses

3 Epidémiologie des infections bactériennes

3.1 La transmission des infections

Sources d'agents pathogènes

Les poissons

L'eau et les fonds

La biocénose

Les modes de transmission

La contagion directe

La contagion indirecte

Les voies de pénétration des germes

3.2 Les facteurs affectant l'expression clinique de l'infection

Facteurs tenant au poisson

Facteurs tenant à l'action du milieu sur le poisson

Facteurs tenant à l'action du milieu sur la bactérie

3.3 Aspects dynamiques : facteurs affectant la distribution et l'extension des maladies

3.4 Perspectives ouvertes par les approches génomiques de l'épidémiologie

8. Saprologénioses, mycoses et infections pseudo-fongique

Christian Michel

1. Méthodes d'étude et révision des connaissances taxonomiques

1.1 Les difficultés d'approche et le poids des méthodologies

1.2 Le nouveau paysage taxonomique

Champignons vrais
Oomycètes
Mésoomycétozoaires

2. Inventaire et considérations étiologiques.

2.1 Espèces pathogènes et opportunistes

2.2 Inventaire des mycoses de poissons

3. L'infection du poisson : signes cliniques, anatomopathologie et pathogénie

3.1 Les mycoses d'origine superficielle : saprologénioses

3.2 Les mycoses vasculaires branchiales : branchiomycoses

3.3 Les mycoses et pseudo-mycoses tissulaires à manifestations granulomateuses

4. Aspects épidémiologiques

4.1. Importance économique des « mycoses »

4.2 La transmission des mycoses

Sources infectieuses
Voies de pénétration

4.3 Les facteurs modulant le développement des mycoses

La virulence des souches
Facteurs tenant au poisson
Facteurs tenant au milieu

9. Annexe technique au diagnostic de laboratoire

Christian Michel, Jean-François Bernardet, Marc Morand

Annexe 1. Diagnostic des principales bactéries ichtyopathogènes

1. L'identification des principaux groupes de bactéries pathogènes

Entérobactéries
Vibrionacées et aéromonadacées
Bactéries à Gram négatif aérobies strictes
Flavobactériacées
Mycobacterium et *Nocardia*
Renibacterium salmoninarum
Bactéries lactiques
Chlamydiacées, *Piscirickettsia* et *Francisella*

2. Tables d'identification bactérienne

Annexe 2. Formulaire des Techniques de laboratoire

1. Milieux et techniques en bactériologie

Milieux de culture particuliers pour les bactéries
Milieux spéciaux pour l'identification des bactéries
Colorations bactériennes
Caractérisation particulière des flavobactériacées

2. Milieux et techniques en mycologie

Culture
Colorations

3. Matériel et techniques pour la parasitologie

10. Formulaire thérapeutique et chimique

Pierre de Kinkelin, Christian Michel, Marc Morand

1 La gestion des médicaments et des produits médicamenteux

Stockage des médicaments
Autres précautions de stockage

2. Produits et procédés de traitement des poissons